

V Научно-практическая конференция «Информационно-измерительная техника и технологии», 19–23 мая 2014 г.

УДК 620.91

ИИС ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ФМ В НАТУРНЫХ УСЛОВИЯХ (INFORMATION MEASURING SYSTEM FOR MONITORING THE PARAMETERS OF THE PV MODULE UNDER NATURAL CONDITIONS)

А.В. Юрченко, А.В. Козлов, А.В. Охорзина, М.Н. Акулова
A. Yurchenko, A. Kozlov, A. Ohorzina, M. Akulova

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
E-mail: mna4@tpu.ru

В статье рассматривается система контроля работы фотоэлектрического модуля в натуральных испытаниях. Особое внимание уделено измерению вольтамперной характеристики. Приведены результаты работы данной системы. Сделан вывод о работоспособности фотоэлектрического модуля в условиях г. Томска. (The article considers the monitoring system for photovoltaic module working under natural conditions. Particular attention is paid to the measurement of current-voltage characteristic. The results of the monitoring system's application are shown. The conclusion is made about operability of photovoltaic module in conditions of the city of Tomsk.)

Ключевые слова:

Фотоэлектрический модуль, вольтамперная характеристика, климатические факторы.
(Photovoltaic module, current-voltage characteristic, climatic factors.)

Введение

Все факторы, влияющие на фотоэлектрический модуль (ФМ), функционирующий в естественных условиях, могут быть разделены на две группы [1,2]:

- Аппаратные факторы определяются конструкцией и технологией изготовления фотоэлектрического модуля и солнечных элементов, ФМ. распределения модуля и по характеристикам деградации.
- Климатические факторы определяются различными климатическими параметрами, которые влияют на выход энергетических характеристик солнечных батарей: солнечная радиация, температура воздуха, влажность, скорость ветра и концентрация аэрозолей

Для определения эффективности применения ФМ на территории Томска была создана система контроля работы солнечного модуля с учетом влияния климатических параметров. Основной характеристикой описывающей работу ФМ в натуральных условиях и в течение эксплуатации является ВАХ.

Для изучения влияния факторов на работу фотоэлектрического модуля и определения его эффективности, разработана электронная нагрузка, позволяющая измерять вольтамперную характеристику фотоэлектрического модуля.

Основные характеристики ФМ определяются на основе измеренной вольтамперной характеристики, а именно КПД, ток короткого замыкания (КЗ) и напряжение холостого хода (ХХ).

Измерение ВАХ ФМ основанное на электронной нагрузке

Структурная схема измерения ВАХ представлена на рис. 1. Основным элементом измерения ВАХ является электронная нагрузка [1], которая изменяет свое сопротивление в зависимости от подаваемого на нее напряжения с ЦАП. Это позволяет измерять посредством АЦП напряжение на изменяющейся нагрузке солнечной батареи. Принцип действия электронной нагрузки основан на изменении сопротивления затвора полевого транзистора.

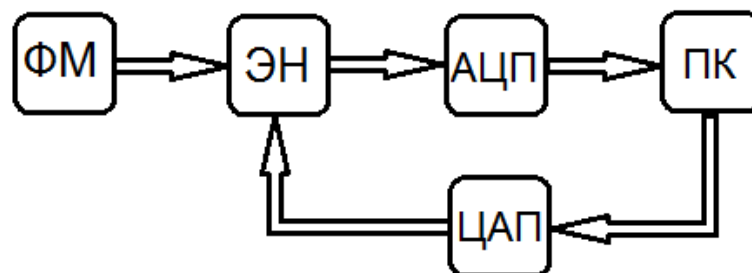


Рис. 1. Структурная схема измерения ВАХ с помощью электронной нагрузки, где ФМ – фотоэлектрический модуль, ЭН – электронная нагрузка, ПК - компьютер

Подобная схема реализации не позволяет измерять ВАХ при низкой освещенности. Количество точек ВАХ при суммарной солнечной радиации меньше 200 Вт/м^2 составляет 2-3 точки. Поэтому провели модификацию схемы измерения ВАХ на основе многозначной меры сопротивления допускающей управление компьютером и микроконтроллера. Число измерений достигает 30, что позволяет увеличить точность измерений.

Измерение ВАХ ФМ с повышенной точностью

Структурная схема измерения ВАХ представлена на рис. 2.

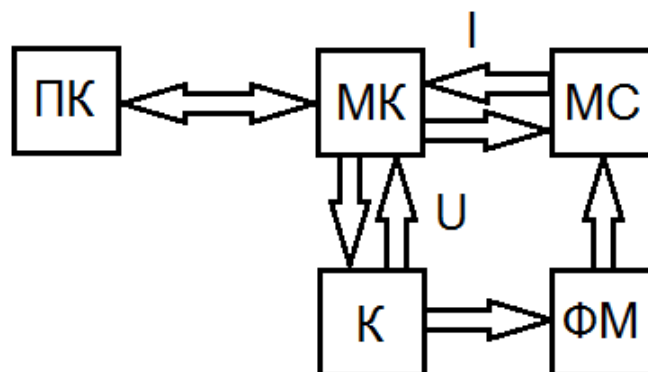


Рис. 2. Структурная схема измерения ВАХ, где :ПК – компьютер, МК - микроконтроллер, МС – мера сопротивлений, К – ключ, ФМ – фотоэлектрический модуль

При запуске программы подается сигнал на микроконтроллер, который подает управляющий сигнал на реле, которые подключают нагрузку. Нагрузка представляет собой многозначную меру сопротивления от 1 Ом до 8 кОм, что позволяет измерить ВАХ с большой точностью и определить рабочую точку (рис. 3.).

Управление станцией происходит при помощи программы, созданной на платформе LabVIEW (рис. 3.).

В нижнем левом углу окна управления программой представлено 14 переключателей, которые позволяют проводить измерения в ручную, что дает возможность наиболее точно оценивать работу ФМ.

Для полноценного осуществления исследования соединили мобильную систему мониторинга с датчиками климатических параметров. Таким образом, получили TOR-станцию.

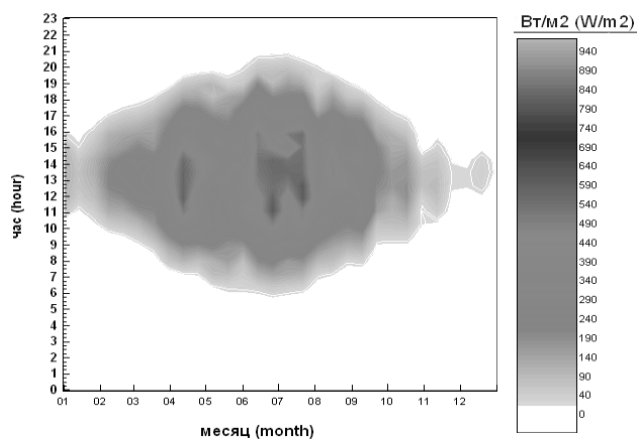


Рис. 4. «Солнечный глаз» (2013г.)

«Солнечный глаз» отображает приходящую солнечную радиацию в течение года по месяцам и часам. По данному графику можно судить о продолжительности солнечного сияния в течение дня.

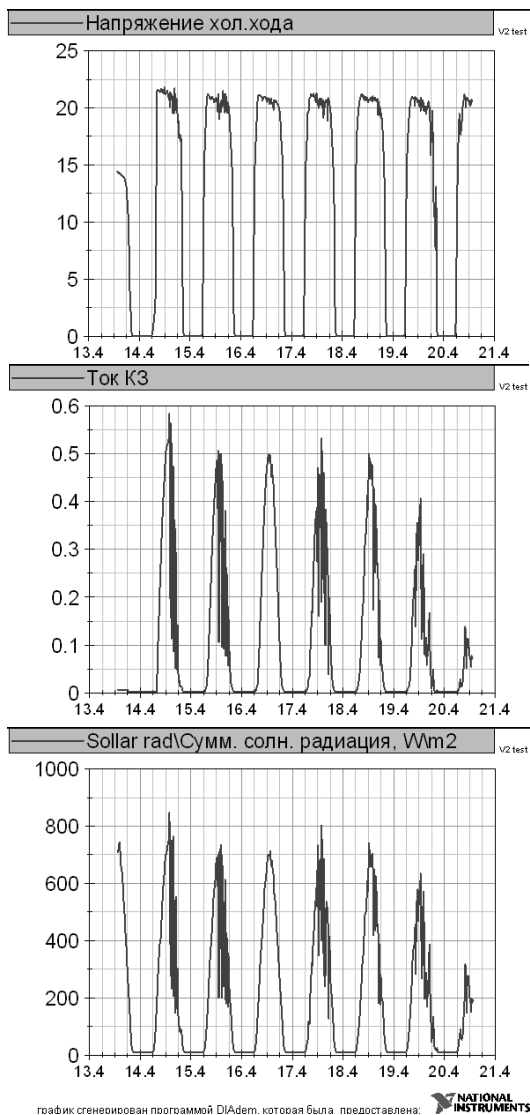


Рис. 5. Измерения станции для ФМ

Описание базы данных

В результате проведенных испытаний была собрана база данных, состоящая из 20000 записей. В таблице приведена структура базы данных.

Таблица 1. Структура базы данных

Поле	Описание	Ед. изм.
Дата время	Дата и время	ДД.ММ.ГГГГ чч.мм.сс
Напряжение ХХ	Напряжение холостого хода	В
Рабочее напряжение	Рабочее напряжение	В
Ток КЗ	Ток короткого замыкания	А
Рабочий ток	Рабочий ток	А
Температура	Температура воздуха	° С
Влажность	Влажность воздуха	%
Сумм.солнц. радиация	Суммарная солнечная радиация	Вт/м ²
Скорость ветра	Скорость ветра	м/с
А	Азимут солнца	град.
Н	Склонение солнца	град.
ТФМ	Температура ФМ	° С
Давление	Давление воздуха	мм.рт.ст.

Определение эффективности применения ФМ на территории Томска

На основе данных полученных с TOR-станции за три года был проведен расчет эффективности применения солнечного модуля. Результаты представлены на рис. 6.

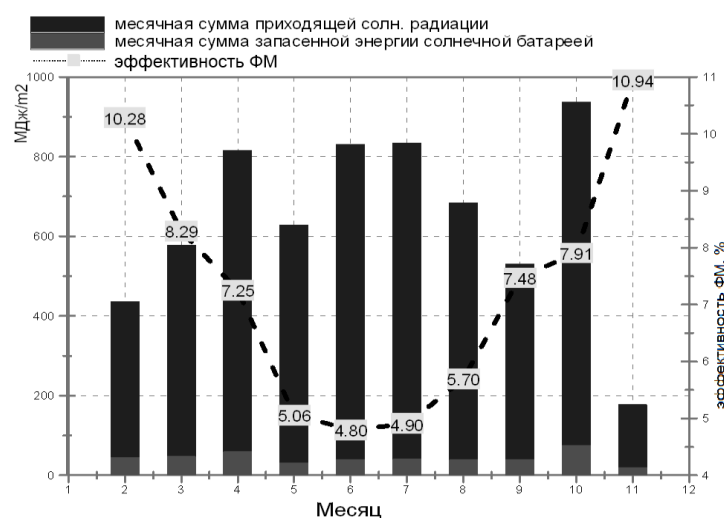


Рис.6. Эффективность применения ФМ в Томске

Из рисунка 6 следует, что эффективность ФМ значительно меняется в различные месяцы. Максимальное значение достигается в зимние месяцы, это связано с тем, что зимой очень велика доля отраженного излучения отраженного от снега, а также из-за низкого склонения солнца, свет падает на модуль в течении всего дня. В летние месяцы эффективность работы ФМ значительно уменьшается в связи с тем, что солнце в утренние и вечерние часы находится за поверхностью ФМ вследствие высокого сезонного угла. Также незначительно эффективность снижается вследствие влияния температуры поверхности ФМ на генерацию энергии [2,3]. Чем выше температура поверхности модуля, тем меньше генерируется энергии.

В среднем за год эффективность составляет порядка 6%, что примерно в половину меньше максимально возможного значения для используемого ФМ (14%). Эффективность можно повысить, используя более современные модули, системы слежения или комбинированные системы [4].

Рассмотрим применение систем слежения, как самый доступный способ повышения эффективности применения ФМ [4]. Применение систем слежения требует изменения только конструктива опорных конструкций, изменение ФМ не требуется. Системы слежения позволяют повысить выработку в утренние и вечерние часы и позволяют сделать более равномерной генерацию энергии в течение дня [4]. Результаты представлены на рис. 7.

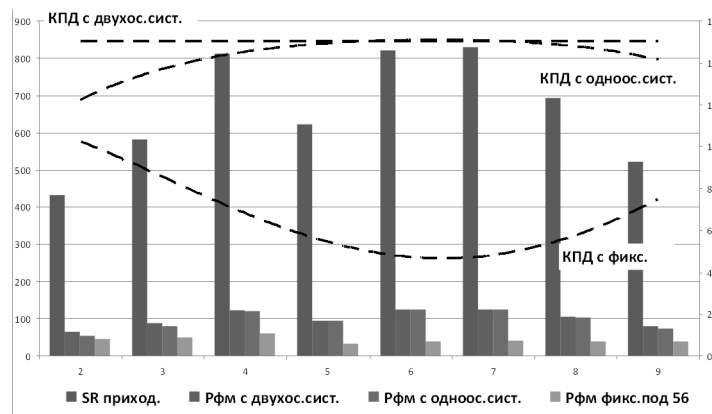


Рис. 7. Эффективность применения ФМ с использованием систем слежения

Использование систем слежения позволяет повысить в 2 раза эффективность использования ФМ, ФМ работает с максимальной мощностью. Применение следящих систем позволяет избежать провала в мощности в летние месяцы, когда сбор энергии максимально эффективен.

Выводы

- Была создана большая база измерений ВАХ ФМ и основных климатических параметров влияющих на работу ФМ.;
- Была определена эффективность работы ФМ в Томске, которая позволяет сделать вывод о возможности применения солнечных систем на территории, как Томска, так и Сибири.

Работа при поддержке грантом президента РФ МД-5352.2013.8.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Юрченко А.В., Козлов А.В. Мобильная станция мониторинга работы солнечных батарей в натурных условиях // Датчик и системы, 2006. - №9. - С. 64-67.
2. Козлов А.В.. Контроль влияния параметров атмосферы на энергетические характеристики кремниевой солнечной батареи : дис ... канд.техн.наук. - Томск, 2008 - 110 с.
3. Козлов А.В., Юрченко А.В., Пестунов Д.А. Влияние параметров атмосферы на энергетические характеристики кремниевой солнечной батареи // Оптика атмосферы и океана, 2005. - Т. 18. - № 8. - С. 731-734.
4. Охорзина А.В. Системы слежения за солнцем с применением ФЭД / Охорзина А.В., Китаева М.В., Юрченко А.В., Скороходов А.В // Ползуновский вестник, 2012. -№ 2-1. - С. 213-217.

Сведения об авторах:

Юрченко А.В.: г. Томск, заведующий лабораторией «физики солнечных элементов», профессор кафедры ИИТ Института неразрушающего контроля ТПУ. Область научных интересов: физика солнечных элементов, возобновляемая энергетика.

Охорзина А.В.: г. Томск, магистрант Института неразрушающего контроля ТПУ. Область научных интересов: системы слежения за Солнцем.

Козлов А.В.: г. Томск, канд.техн.наук, ТПУ. Область научных интересов: физика солнечных элементов, возобновляемая энергетика.

Акулова М.Н.: г. Томск, магистрант Института неразрушающего контроля ТПУ. Область научных интересов: солнечная энергетика, системы слежения за Солнцем.